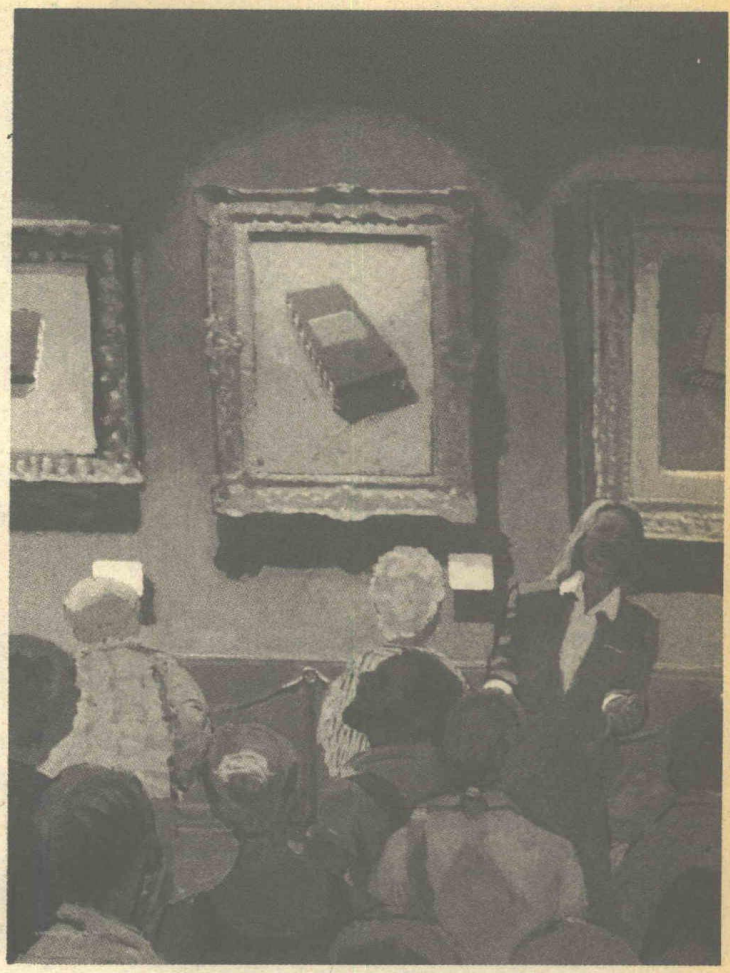
ร ๆ ก็รู้ว่า...
ไมโครโปรเซสเซอร์เป็นหัวใจของคอมพิวเตอร์
ที่จะมีสักกี่คนที่รู้ว่า...
ไมโครโปรเซสเซอร์มีความเป็นมาอย่างไร



วิวัฒนาการของไมโครโปรเซสเซอร์

■ประเสริฐ เอกวรวงศ์■

ถึงจะฟังดูแปลก แต่ก็มีส่วนเป็นจริง
ม่น้อย ที่นักเล่นคอมพิวเตอร์สมัครเล่น
มาก มักจะไม่มีความรู้ในเรื่อง ประวัติ
มเป็นมาในวงการคอมพิวเตอร์เท่าไรนัก
พราะเป็นเรื่องที่ไม่ได้ให้ประโยชน์ใช้งาน
ตรงก็เป็นได้

ฒนาการของไมโครโปรเซสเซอร์

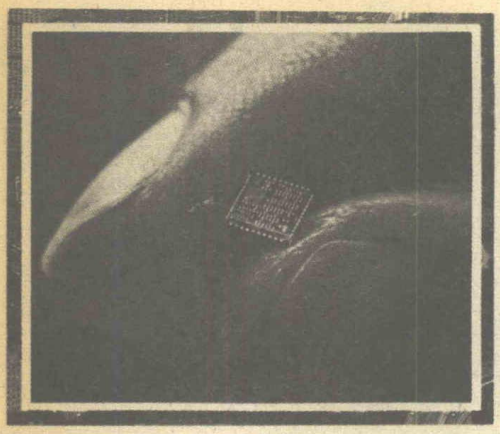
บทความนี้ ผู้เขียนคือ Mark Garetz
บได้ว่าเป็นผู้หนึ่งที่อยู่ในเหตุการณ์ใน
รคอมพิวเตอร์มานาน ได้เขียนขึ้นตาม
คิดเห็นของตนเอง ประวัติการวิวัฒนา-
องไมโครโปรเซสเซอร์ในบทความนี้
จจะไม่ถูกต้องสมบูรณ์นักในความคิดเห็น
างคน แต่ก็เพียงพอที่จะใช้ศึกษาอ้างอิง

จุดเริ่ม

ทรานซิสเตอร์ ผลงานจากการพัฒนาของ Bell Laboratories ในปี 1947 ได้ถูกออกแบบมาเพื่อใช้แทนหลอดสุญญากาศในการสวิทช์ปิด-เปิด สัญญาณทางอิเล็ก-ทรอนิกส์ (ในเวลานั้น ถึงแม้หลอดสูญญา-กาศ จะถูกใช้เป็นตัวขยายสัญญาณเป็นส่วนใหญ่ แต่ก็มีการนำไปใช้เป็นตัวสวิทช์ด้วย) การกำเนิดขึ้นของทรานซิสเตอร์ ทำให้เกิดความเป็นไปได้ในวงการดิจิตอลคอมพิวเตอร์ที่จะไม่จำเป็นต้องใช้ห้องทั้งห้องเพื่อจะเก็บคอมพิวเตอร์ที่เต็มไปด้วยหลอดสูญญากาศ รีเลย์ และระบบทำความเย็น ต่อไปคอม-พิวเตอร์จะมีขนาดแค่เพียงครึ่งห้องและยังสามารถทำงานได้เร็วกว่าเดิมมากด้วย

จนกระทั่งปี 1959 วิศวกรของ Taxas Instruments ค้นพบวิธีที่จะบรรจุทราน-ซิสเตอร์หลาย ๆ ตัวลงบนวัสดุชิ้นเดียวกัน (เรียกว่า Substrate) และต่อเข้าด้วยกันโดยไม่ต้องใช้สาย ทำให้เกิด Integrated Circuit หรือ IC ขึ้นมา ในปัจจุบันแผ่นซิลิกอนเล็ก ๆ นี้ บรรจุทรานซิสเตอร์ลงไปได้นับล้านตัว ซึ่งเราเรียกกันว่า ชิพ (Chips)

ไอซีอาจจัดแบ่งได้เป็นพวก SSI (Small-Scale Integration) ซึ่งมีทราน-ซิสเตอร์บรรจุอยู่ภายในเพียง 2-3 ตัว พวก MSI (Medium-Scale Integration) ซึ่งมีทรานซิสเตอร์กว่า 50 ตัวขึ้นไป หรือพวก LSI (Large-Scale Integration) มีทราน-ซิสเตอร์นับเป็นจำนวนพัน ไปจนถึงพวก VLSI (Very Large-Scale Integration) ซึ่งบรรจุทรานซิสเตอร์ไว้นับล้านตัว บนชิพเพียงตัวเดียว



ชิพ VLSI

ถึงปี 1969 อินเทลก็สร้างชิพของ RAM ขนาด 1 KBit ได้ ในตอนนั้นยังไม่มีชิพไมโครคอมพิวเตอร์ใดที่จะนำมันไปใช้ แต่ก็มีงานประยุกต์อื่น ๆ ที่จะใช้เมมโมรีชิพตัวใหม่นี้ ซึ่งมีความจุมากกว่าที่เคยมีการสร้างกันมาได้

ประมาณเวลานี้เอง ในช่วงฤดูร้อนของปี 1969 ที่อินเทลได้รับการทาบทามจาก Busicom ผู้ผลิตเครื่องคิดเลขจากญี่ปุ่น ให้ผลิตชิพซึ่งออกแบบโดยวิศวกรของ Busicom เพื่อใช้ผลิตเครื่องคิดเลขแบบใหม่ ซึ่งประกอบด้วยชิพหลาย ๆ ตัว และแต่ละตัวบรรจุทรานซิสเตอร์ได้กว่า 3000–5000 ตัว

Marcian (Ted) Hoff นักออกแบบของอินเทลได้รับมอบหมายให้คอยช่วยเหลือทีมวิศวกรของ Busicom ซึ่งได้มาพักและค้นคว้าทำงานอยู่ที่อินเทล ฮอฟฟ์พิจารณาเห็นว่าแบบชิพของ Busicom ซับซ้อนเกินไปที่จะทำออกมาได้ในราคาทางการค้า เขาเคยทำงานกับเครื่องมินิคอมพิวเตอร์ PDP-8 ของ Digital Equipment Corporation ซึ่งมีชุดคำสั่งน้อยมาก จึงคิดได้ว่าจะสามารถลดความซับซ้อนของเครื่องคิดเลขนี้ได้มาก ถ้าใช้ตัวประมวลผลทั่วไปขนาดเล็ก การออกแบบเช่นนี้จะใช้ซอฟท์แวร์เพื่อทำการคำนวณ แทนที่จะใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์โดยตรง ซึ่งทำให้จำเป็นต้องเพิ่มหน่วยความจำให้เครื่องคิดเลขมากขึ้น แต่ว่าอินเทลเองก็อยู่ในธุรกิจเกี่ยวกับหน่วยความจำอยู่แล้ว นอกจากนี้ฮอฟฟ์ยังเห็นทางที่จะใช้ตัวประมวลผลนี้ ในงานประยุกต์อื่น ๆ ได้อีก เขาจึงเสนอความคิดนี้กับฝ่ายจัดการของอินเทล

วิศวกรของ Busicom ยังคงหาทางดำเนินงานตามแบบที่ออกแบบไว้เดิม ในขณะที่ฮอฟฟ์และกลุ่มของเขาเริ่มทำงานตามแบบที่ฮอฟฟ์คิดเอาไว้ ถึงแม้ว่าวิศวกรของ Busicom จะพยายามทำให้แบบที่มีอยู่เดิมง่ายขึ้น ชิพแต่ละตัวก็ยังคงต้องบรรจุทรานซิสเตอร์ไว้กว่า 2,000 ตัวขึ้นไป และจะต้องใช้ชิพกว่า 12 ตัวประกอบกัน เพื่อให้เครื่องคิดเลขนี้ทำงานได้ แต่ตัวประมวลผลที่กลุ่มของฮอฟฟ์ทำนั้น ต้องการบรรจุทรานซิสเตอร์ราว ๆ 1,900 ตัวลงไปในตัวมันเท่านั้น

แบบตัวประมวลผลทั่วไปของฮอฟฟ์ได้รับการคัดเลือกในการใช้งานจริง และอินเทลก็ได้ทำสัญญากับ Busicom ในการที่จะเป็นผู้ผลิตชิพตัวนี้ ซึ่งในภายหลังรู้จักกันในชื่อ 4004

การสร้างชิพตัวนี้ขึ้นมาจริง ๆ ยังคงเป็นงานที่ยากลำบาก จนกระทั่ง Federico Foggin (ซึ่งในเวลาต่อมาเป็นผู้ก่อตั้ง Zilog) เข้ามาร่วมงานกับอินเทลในต้นปี 1970 ภายใน 9 เดือน เขาก็จัดการให้ความคิดเกี่ยวกับชิพตัวนี้ เป็นตัวเป็นตนขึ้นมาบนซิลิกอนได้ ในระยะแรกอินเทลขาย 4004 ให้เฉพาะกับ Busicom เท่านั้น จนกระทั่งฤดูร้อนปี 1971 จึงได้มีการขาย 4004 ให้กับอุตสาหกรรมอื่น ๆ ด้วย

ในเดือนพฤศจิกายน ปี 1971 อินเทลก็ประกาศโฆษณา 4004 เป็นตัวโปรเซสเซอร์ขนาด 4 บิท ซึ่งสามารถทำงานได้ 60,000 คำสั่งต่อวินาที ภายในเดือนกุมภาพันธ์ ปี 1972 อินเทลก็สามารถทำเงินได้กว่า 85,000 เหรียญ จากการขายชิพนี้

กำเนิดของ 8 บิท

ในช่วงเวลาเดียวกับที่ 4004 ได้ถูกพัฒนาขึ้นมา CTC (Computer Technology Corporation ปัจจุบันคือ Datapoint) เสนอให้ทั้งอินเทลและเท็กซัสอินสตรูเมนท์สออกแบบชิพ LSI สำหรับ intelligent t
minal แบบใหม่ ทั้งสองบริษัทตั้งใจที่จะ
ตัวโปรเซสเซอร์ขนาด 8 บิท โดยวางแ
การพัฒนาสร้างไว้ว่า จะใช้โปรเซสเซ
ขนาด 4 บิท สำหรับการทำงานคำนวณ เพ
ว่าใช้การคำนวณแบบ BCD (Binary-Coc
Decimal) และจะใช้โปรเซสเซอร์ขนาด
บิท สำหรับการทำงานของเทอร์มินัล เพ
เป็นการใช้งานเกี่ยวกับตัวอักษรในร
ASCII

แต่ปรากฏว่า CTC ไม่สนใจแบ
ทั้งสองบริษัทวางไว้ กลับไปใช้ไอซีที่เ
แบบลอจิกพื้นฐานธรรมดาแทน แต่ทั้ง
และอินเทลก็ยังคงดำเนินการตามแผนงา
ต่อไป ในที่สุด TI ก็ได้สิทธิบัตรในผลง
ชิพที่ออกแบบได้ ส่วนโครงงานของอินเ
ก็ให้กำเนิด 8008 ขึ้นมา

8008 ปรากฏตัวในเดือนเมษายน
1972 และเป็นไมโครโปรเซสเซอร์ขน
8 บิท ตัวแรกที่ขายในท้องตลาด โดยที่ต้อง
ชิพอื่น ๆ สนับสนุนการทำงานอีกอย่างน้
20 ตัว ชุดคำสั่งประกอบด้วย 45 คำ
สามารถทำงานได้ 300,000 คำสั่งต่อวิน
และอ้างอิงตำแหน่งหน่วยความจำได้ถึง
KBytes ซึ่งนับได้ว่ามีขนาดใหญ่สำหรับ
สมัยนั้น 8008 นับได้ว่าเป็นพัฒนาการข
4004 อีกขั้นหนึ่ง มีคู่มือของ 4004 เ
8008 ออกมาเหมือนกัน แต่อ่านเข้าใจได้
โดยเฉพาะกับคนที่ไม่มีพื้นฐานทางคอมพิ
เตอร์ดีพอ คู่มือเขียนขึ้นโดยถือว่าผู้อ่า
ความรู้ดีพออยู่แล้ว

เป้าหมายเบื้องต้นของอินเทลในก
พัฒนา 4004 และ 8008 ก็เพื่อนำมาใช้
หน้าที่ทดแทนวงจรลอจิกต่าง ๆ (ที่ประก
ขึ้นด้วย SSI และ MSI ต่อกัน) ได้อ
กว้างขวาง บางคนคิดว่าชิพพวกนี้เหม
สำหรับงานการคำนวณต่าง ๆ เท่านั้น เ
ยังมีพวกเพ้อฝันบางคนที่ยังหวังจะได้เ
เจ้าของคอมพิวเตอร์ที่สามารถทำงานต่าง
ได้จริง ซึ่งก็ปรากฏว่าความฝันนี้กำลัง
ก่อตัวเป็นจริงขึ้นมาแล้ว จริงอยู่ที่ชุด
คอมพิวเตอร์ได้เกิดมีขึ้นมาก่อนหน้านี้เ

ก็มันก็เหมาะสำหรับการสาธิตหลักการ
งานของคอมพิวเตอร์มากกว่าที่จะทำงาน
ไรได้จริง ๆ ซึ่ง 8008 เป็นตัวที่มาเปลี่ยน
มหน้าของสิ่งเหล่านี้ไป

ในปี 1973 Scelbi Computer Con-
ting Inc. ก็ได้นำเสนอไมโครคอมพิวเตอร์
หรับใช้ในงานทั่วไปเป็นเครื่องแรก ซึ่งใช้
โครโปรเซสเซอร์ 8008 เป็นรากฐานใน
รทำงาน ต่อมารุ่น RGS-008 ของ RGS
ectronics ก็ตามออกมา จนกระทั่งถึง
อนกรกฎาคม ปี 1974 วารสาร Radio-
ectronics ก็ได้แนะนำเครื่องรุ่น Mark-8
ง Jonathan Titus ออกมาอีก

ในช่วงนั้น บทความและโฆษณาเกี่ยว
คอมพิวเตอร์ ถูกจำกัดเขตอยู่แค่ในวารสาร
งนักวิทยุสมัครเล่น เครื่อง Mark-8 เป็น
องคอมพิวเตอร์เครื่องแรกที่ถูกตีพิมพ์
วารสารทางอิเล็กทรอนิกส์จนเป็นที่สนใจ
ยทั่วไป เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ในรุ่น
ก ๆ พวกนี้ยังคงเหมาะเป็นเครื่องมือ
หรับใช้สาธิตมากกว่าที่จะนำไปใช้งานจริง
ก็นับเป็นการเริ่มปฏิวัติทางด้านคอมพิวเตอร์
าดเล็ก

80 ชิพอันทรงอานุภาพ

ในเดือนเมษายน ปี 1974 อินเทลก็
ให้ความคิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ต้อง
ยนไปตลอดกาล 8080 ไมโครโปรเซส-
ร์ที่พัฒนามาจาก 8008 ใช้ชิพสนับสนุน
ง 6 ตัว ชุดคำสั่งมี 75 คำสั่ง ทำงาน
กว่า 8008 กว่า 10 เท่า และอ้างอิงแอด-
สของหน่วยความจำได้ถึง 64 KBytes
ส่วนมากในสมัยนั้นไม่คิดว่าจะมีโปร-
รมอะไรที่มีขนาดใหญ่ขนาดนี้ได้)

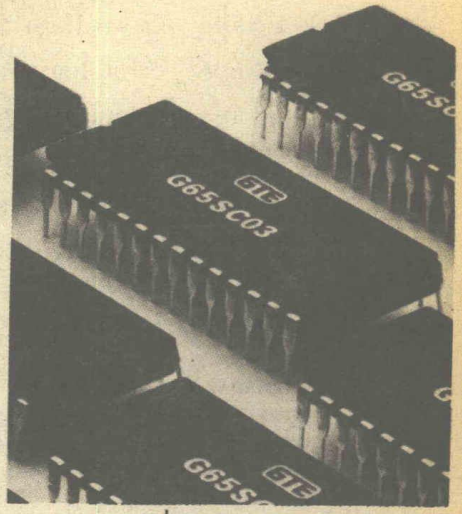
รูปแบบของ 8080 ถูกเสนอโดย Faggin
ทีมงานออกแบบนำโดย Masatoshi Shima
อกรหนุ่มที่อินเทลดึงตัวได้มาจาก Busi-
n จากการเรียนรู้ถึงข้อจำกัดต่าง ๆ ของ
4 และ 8008 ทีมงานออกแบบจึงได้
ยามพัฒนาให้ชิพตัวใหม่นี้ สามารถใช้งาน
ๆ ได้จริง 8080 ไม่ได้มุ่งหมายที่จะใช้
นวงจรลอจิกต่าง ๆ แต่จะเหมือนคอม-
พิวเตอร์มากกว่าสิ่งอื่น ๆ ที่เคยปรากฏมา
ก่อนแล้ว และยังมีลักษณะทางฮาร์ดแวร์ที่
สนับสนุนให้นำไปใช้ได้โดยง่ายด้วย

ในเดือนมกราคม 1975 วารสาร
Popular Electronics ได้เริ่มนำเสนอบทความ
เกี่ยวกับลักษณะโครงสร้างของอัลแตร์
(Altair 8800) คอมพิวเตอร์ (ในตอนนั้นถูก
เรียกว่าเป็น มินิคอมพิวเตอร์) ที่ทำงานภายใต้
8080 เครื่องอัลแตร์ออกแบบโดย MITS
(Micro Instrumentation and Telemetry
Systems) ซึ่งก่อตั้งโดย Ed Roberts เพื่อ
ใช้เป็นที่สนับสนุนการทดลองทางอิเล็ก-
ทรอนิกส์ของเขา ชุดคิทของเครื่องอัลแตร์
ประกอบด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ 8080
เมนบอร์ด แหล่งจ่ายไฟ และหน่วยความจำ
ขนาด 256 ไบท์ โดยขายในราคา 395 เหรียญ

คนส่วนใหญ่คิดว่าคงจะมีการพิมพ์ผิด
เมื่อเก้าเดือนก่อน เมื่อ 8080 ปรากฏตัว
ครั้งแรก ราคาขายเฉพาะตัว 8080 คือ 360
เหรียญ แต่ว่า MITS ได้ทำข้อตกลงกับอินเทล
และราคาที่เสนอขายนั้นก็เป็นราคาจริง ปรากฏ
ว่า MITS ขายเครื่องภายในวันแรกได้มาก
กว่าที่หวังจะขายได้ตลอดอายุของผลิตภัณฑ์
ชิ้นนี้ซะอีก

เครื่องอัลแตร์มีบทบาทสำคัญในความ
สำเร็จของ 8080 ส่วนใหญ่เพราะโปรแกรม-
เมอร์เริ่มเห็นเหตุผลเพียงพอที่จะเขียนซอฟท์-
แวร์ให้กับชิพของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์
ยิ่งกว่านั้นการใช้บัสอินเตอร์เฟสของอัลแตร์
(ซึ่งต่อมาคือ S-100/IEEE 696 bus) ก็เปิด
โอกาสที่จะให้มีการทำอุปกรณ์สนับสนุน
อื่น ๆ ให้แก่คอมพิวเตอร์ด้วย

อุปกรณ์ที่สำคัญตัวหนึ่งก็คือ ดิสค์
คอนโทรลเลอร์ จาก Digital Microsystems
ซึ่งเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้มีการใช้ระบบ
จัดการตัวใหม่ สำหรับ 8080 ที่ชื่อ CP/M
(Control Program for Microcomputers)
ของ Gary Kildall จาก Naval Postgraduate
School โดยขายในราคา 70 เหรียญ และมี
บทบาทสำคัญในความสำเร็จของ 8080 ด้วย
ซึ่งมีผลให้ส่วนแบ่งในซอฟท์แวร์ของไมโคร
คอมพิวเตอร์ในปัจจุบันมีเป็นจำนวนมากที่



อีกรูปแบบหนึ่งของ 6500 ในตระกูล G65SCXXX

ทำงานบนชุดคำสั่งของ 8080 หรือไม่ก็
พัฒนาขึ้นมาจากผลิตภัณฑ์เหล่านี้

ตระกูล Motorola

เพื่อที่จะตอบสนองต่อความสำเร็จของ
8080 โมโตโรล่า จึงเริ่มพัฒนา 6800 ซึ่ง
ออกแบบโดย Chuck Peddle โมโตโรล่า
เป็นบริษัทแรกที่นำเสนอชิพที่จะสนับสนุน
อุปกรณ์ภายนอก ซึ่งออกแบบโดยเฉพาะ
สำหรับไมโครโปรเซสเซอร์ ประกอบด้วย
6820 (แบบขนาน) และ 6850 (แบบอนุกรม)
ซึ่งเป็น I/O ฟังก์ชันชิพ และการรวมฟังก์ชัน
เหล่านี้เข้าไปในระบบ ก็เป็นงานที่ไม่ยุ่งยาก
สำหรับนักออกแบบระบบ

โมโตโรล่ายังทำสิ่งสนับสนุนที่สำคัญ
อีกอย่าง คือ คู่มือการประยุกต์ใช้ไมโคร
โปรเซสเซอร์ ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าคู่มือไมโคร
โปรเซสเซอร์อื่น ๆ รวมกัน ในราคา 25
เหรียญ และยังพอจะอ่านทำความเข้าใจได้บ้าง
จริงอยู่ที่คู่มือนี้ยังคงมีเรื่องเกี่ยวกับการใช้
แทนวงจรลอจิกอยู่โดยมาก และคุณก็ยังต้อง
ใช้มินิคอมพิวเตอร์และ cross-assembler
ราคาแพงเพื่อที่จะเขียนซอฟท์แวร์ ยังไม่มี
ใครที่จะเขียนอธิบายให้คนทั่วไป ที่ไม่มีความ
ชำนาญทางคอมพิวเตอร์เข้าใจเกี่ยวกับชิพ
ตัวใหม่เหล่านี้ได้ และเราก็ยังคงต้องใช้คู่มือ

เท่าที่มีอยู่ต่อไป

Chuck Peddle ออกจากโมโตโรล่าไปทำงานอยู่กับ MOS Technology หนึ่งในผู้นำทางด้านชิพของเครื่องคิดเลข (กรุณาอย่านำไปสับสนกับ MOSTEK ที่เป็นส่วนหนึ่งของ United Technologies) ในราว ๆ เดือนมิถุนายนหรือกรกฎาคม ปี 1975 MOS Technology ลงโฆษณาในวารสารทางอิเล็กทรอนิกส์ว่า ทางบริษัทจะนำไมโครโปรเซสเซอร์ตัวใหม่ออกเสนอในราคา 20 เหรียญที่งานโชว์ WESCON ที่จะมีในเดือนกันยายนนั้น ซึ่งก็คือ 6501 ซึ่งจะมีลักษณะเป็น plug-compatible กับ 6800 ของโมโตโรล่า คุณสามารถที่จะถอด 6800 ออกจากบอร์ด แล้วใส่ 6501 เข้าไปแทน โดยที่มันจะทำงานได้ถึงแม้ว่าจะต้องเปลี่ยนแปลงซอฟท์แวร์ด้วย เพราะว่าตัวชิพมีโครงสร้างและชุดคำสั่งต่างกัน นอกจากนี้ MOS ยังวางแผนที่จะปรับปรุงชิพตัวนี้ โดยเพิ่มวงจรสัญญาณนาฬิกาเข้าไปภายใน ซึ่งจะเป็นกำเนิดของ 6502 ในราคา 25 เหรียญ

เพียงแค่นี้ ภายในวงการก็แทบจะอลหม่านกันเลยทีเดียว ในเวลานั้น 8080 ของอินเทล และ 6800 ของโมโตโรล่า ยังคงขายในราคา 179 เหรียญ ตัวผู้เขียนเองยังจำได้ถึงวันที่ได้พูดคุยกับฝ่ายการขายของอินเทล ซึ่งพยายามจะบอกว่า อินเทลยืนยันว่า MOS ไม่สามารถจะทำตามที่บอกได้ในราคานั้น และก็โฆษณาเกินเลยไปอย่างนั้นเองหรือไม่ MOS คงจะเสนอราคาของสินค้าล้านชิ้น (การผลิตสินค้าจำนวนมากราคาจะยิ่งถูกลง) ตัวผู้เขียนบอกว่าไม่มีเหตุผลที่จะให้เชื่อว่า ไมโครโปรเซสเซอร์จะไม่ดำเนินรอยตามชิพของเครื่องคิดเลข ซึ่งในระยะแรกราคาเป็นร้อยเหรียญ แต่ต่อมาก็ลดลงมาเหลือเพียงไม่กี่เหรียญเท่านั้น แต่พนักงานฝ่ายขายของอินเทลก็คิดว่า ชิพจะไม่มีทางราคาถูกกว่า 100 เหรียญได้

ความเห็นอันนี้ตรงกับความคิดเห็นส่วนใหญ่ของกลุ่ม Silicon Valley แต่ว่า MOS Technology อยู่ทางชายฝั่งตะวันออก ไม่ใช่ใน Silicon Valley ผู้เขียนโทรติดต่อ MOS และก็ได้รับการยืนยันว่าราคาที่ประกาศนั้นถูกต้องและก็เป็นราคาของชิพต่อชิ้น ทุกคนจะต้องรอจนกว่าจะถึงงาน WESCON เพื่อที่จะได้เห็นด้วยตาเอง

ในงาน WESCON นั้น MOS Technology ได้มาออกร้านในงานด้วย แต่ว่าไม่มีการเปิดขายชิพตัวใหม่ ทางบริษัทเพิ่งจะรู้ว่าในงานโชว์ครั้งนั้น ห้ามขายสินค้า ฝ่ายตัวแทนของบริษัทเลยไปยึดทำเลที่ห้องรับรองของโรงแรมใกล้ ๆ กัน ผู้เขียนไปที่นั่นในเย็นวันนั้น แล้วก็ได้เห็นชิพตัวใหม่ MOS ยังได้ทำคู่มือทางฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ไว้ด้วย โดยมีราคาเพียงเล่มละ 5 เหรียญ และปรากฏว่าเขียนไว้ได้ดี และอ่านทำความเข้าใจได้ง่ายด้วย

MOS ยังได้เสนอสิ่งใหม่ๆ อีก คือ Multifunction peripheral Chips ซึ่งรวม RAM ROM timer และ I/O ไว้ในชิพตัวเดียวกัน ได้แก่ TIM(Terminal Interface Monitor) และมีมอนิเตอร์สำหรับใช้ติดต่อกับเทอร์มินัลแบบอนุกรม ส่วนอีกอันคือ KIM (Keyboard-Input Monitor) และได้ออกแบบรวมไว้ในไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีคีย์บอร์ด, หน่วยประมวลผลกลาง, หน่วยแสดงผล ROM RAM และ parallel I/O โดยขายในราคา 245 เหรียญ ซึ่งนับได้ว่าเป็นระบบที่สมบูรณ์ ซึ่งไม่เคยมีผู้ค้าไมโครโปรเซสเซอร์ใดเคยทำมาก่อนเลย

ผู้เขียนเองกลับบ้านพร้อมกับ 6502 ราคา 25 เหรียญ และคู่มืออีกสองเล่มในมือ ในเวลานั้นเขายังไม่คิดจริงๆ ว่าจะจ่ายอีกสัก 300 เหรียญ เพื่อจะทำระบบที่ทำงานได้จริงขึ้นมาได้ ไม่นับ ASR -33 Teletype ที่เขาใช้เป็นเทอร์มินัลอยู่แล้ว

ในงาน WESCON วันแรกนั้นอินเทลและโมโตโรล่า ก็ต้องลดราคาของชิพเหลือ 69.95 เหรียญการปฏิวัติในวงการกำลังดำเนินไปอย่างเต็มที่ ทุกอย่างจะไม่เหมือนเดิมอีกต่อไป

6501 มีอายุไม่ยืนยาวนัก โมโตโรล่าฟ้อง MOS Technology กล่าวหาว่า Chuck Peddle ขโมยเทคโนโลยีของโมโตโรล่า เพราะ

Z80 พัฒนามาจาก 808
รันโปรแกรมของ 8080 ไ
แทบทั้งหมด ความเร็
4 MHz เร็วกว่า 808
ถึง 2 เท่า ชุดคำสั่ง 17
คำสั่ง ฟังดูดีเกินกว่า
จะเป็นจริงได้ Z80 ถู
มองด้วยความสงสัยไ
แน่ใจ เหมือน 6502 ที่
เคยได้รับมาก่อน

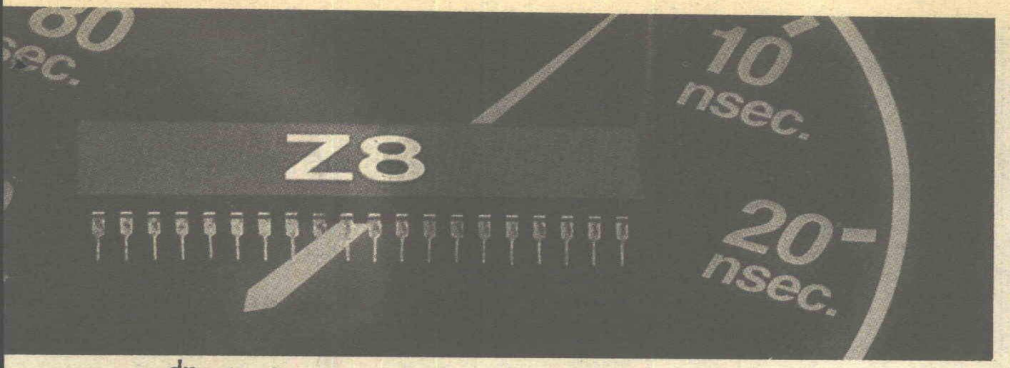
คุณสมบัติ plug-compatible ของ 6501 Technology จึงตกลงหยุดผลิต 6501

อย่างไรก็ตาม มีคอมพิวเตอร์จำมากที่พัฒนาโดยใช้ 6502 และกลายตำนานตอนสำคัญตอนหนึ่ง เช่น KIของ MOS Technology, Apple I และ Atari, PET และ VIC-20 ของคอมมอและอื่นๆ อีกมาก ความจริงอนาคตของยังคงเป็นที่สงสัยกัน เมื่อ Apple Comp Inc. ผลิต Apple I ออกมา โดย Steve W niak ยังได้ทำให้การต่อสามารถที่จะแปลง และใช้ 6800 แทนที่ 6502 ได้

ก้าวมาถึง Z80

ในช่วงปลายปี 1975 ถึงต้นปี 1 Federico Faggin ออกจากอินเทล และบริษัท Zilog Inc. ขึ้น เขาชวน Masat Shima ไปด้วย และตั้งจุดมุ่งหมายที่จะ super 8080

ในปี 1976 ไซล็อกก็ประกาศเปิ Z80 ซึ่งพัฒนามาจาก 8080 และสา run โปรแกรมของ 8080 ได้แทบทั้ง



พตระกูล Z8 ที่ไซล็อกโฆษณา

งบริษัทกล่าวว่า มันมีส่วนประกอบซึ่ง งานที่ความถี่ขนาด 4MHz เร็วกว่า 8080 2 เท่า ชุดคำสั่งประกอบด้วย 176 คำสั่ง ดูแล้วดีเกินกว่าที่จะเป็นจริงได้ Z80 มองด้วยความสงสัยไม่แน่ใจ เช่นเดียวกับ 6502 เคยได้รับมาก่อน

แต่ Z80 ก็สามารถปรากฏเป็นตัวเป็น ขึ้นมาได้จริงๆ โดยแรกๆ ก็เป็นเพียงแบบ อย่าง ซึ่งไม่ได้ผลิตขึ้นใน Silicon Valley ทำขึ้นใน Dallas ต่อมาไซล็อกจึงได้ MOSK เป็นแหล่งผลิต Z80 ให้

การ์ด Z80 สำหรับ S-100 bus อยู่ใน าดในระยะเวลาอันสั้น หลังจากชิพสามารถ ได้ง่ายและก็มีใช้กันโดยทั่วไป แต่ถึงแม้ว่า 0 จะมีชุดคำสั่งที่มีความสามารถสูงกว่า 80 มาก กลับปรากฏว่าไม่ค่อยมีคนเขียน ฟท์แวร์สนับสนุนให้ เหตุผลก็เพราะว่า สมัยนั้นเครื่องส่วนใหญ่ยึด 8080 เป็นหลัก ถ้าคุณกลับไปเขียนซอฟท์แวร์ที่ run ได้ าะกับ Z80 เท่านั้น ตลาดก็จะแคบตาม ด้วย ปัญหานี้ทำความยุ่งยากให้กับ Z80 กระทั่งทุกวันนี้

อย่างไรก็ตาม ต่อมานักออกแบบก็เลิก 8080 ในคอมพิวเตอร์รุ่นใหม่ๆ เพราะ Z80 ใช้ง่ายกว่า ไม่ต้องการชิพสนับสนุน เฟเลี้ยงชุดเดียวและทำงานได้เร็วกว่ามาก แม้จะไม่ใช้คำสั่งพิเศษต่างๆ ก็ตาม

Z80 ยังเสนอแนะความคิดใหม่ๆ เกี่ยว ชิพของไมโครคอมพิวเตอร์อีกอย่าง นั่นคือ งจรที่ทำหน้าที่ refresh dynamic RAM ายใน ปกติ dynamic RAM จะมีราคา กว่า static RAM อยู่กว่าสี่เท่า ซึ่งทำให้ มันดูน่าใช้กว่ามาก แต่จากการที่เราต้อง refresh มันอยู่ตลอดเวลา ไม่เช่นนั้น ข้อมูล ที่เก็บไว้จะหายไป ทำให้มีข้อยุ่งยากในการนำ มาใช้อยู่บ้าง แต่ Z80 ก็ได้ให้ทางแก้ที่ดีใน การจะสร้างระบบที่ถูกกว่าเดิมมาก คอมพิวเตอร์หลายรุ่น อย่างเช่น TRS-80 ของ Radio Shack ออกแบบโดย Steve Leininger ก็ใช้ ข้อได้เปรียบข้อนี้

อินเทลโต้กลับ

ในช่วงเวลาเดียวกันนั้น อินเทลก็คิด ที่จะปรับปรุง 8080 จนกระทั่งถึงปี 1976 อินเทลก็เปิดตัว 8085 ซึ่งมีชุดคำสั่งคล้ายๆ กับ 8080 แต่ไซล็อก ก็ทำให้อินเทลต้อง แปลกใจ เมื่อ 8085 เทียบ Z80 แทบไม่ได้ เลยทั้งที่พัฒนามาจาก 8080 เหมือนกัน ความจริงลักษณะฮาร์ดแวร์ของ 8085 ก็ดูดีกว่า Z80 มาก แต่ Z80 ก็ทำงานได้เร็วกว่า ขณะที่ 8085 ซึ่งทำงานที่ความถี่ 3 MHz ออกตลาด Z80 ซึ่งทำงานที่ความถี่ 4 MHz ก็ไป ไกลกว่าแล้ว อินเทลต้องการทางออกอื่น และคำตอบดูเหมือนจะอยู่ที่ไมโครโปรเซส-เซอร์ขนาด 16 บิท

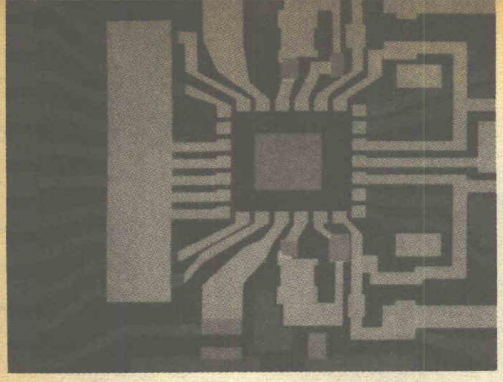
National Semiconductor (NS) เคย ทำ IMP-16 ซึ่งเป็นไมโครโปรเซสเซอร์ ขนาด 16 บิท มาก่อนแล้วในปี 1972 โดยทำ เป็นชิพตัวเดียวเรียกว่า Pace และในปี 1975 Bill Godbout Electronics ก็เคยออกคอมพิวเตอร์ ซึ่งใช้ Pace ออกแบบโดย George Morrow มาแล้ว ระบบนี้เป็นคอมพิวเตอร์ ขนาด 16 บิท มี RAM และอินเตอร์เฟสของ คาสเซตต์อยู่ด้วย เคยลงโฆษณาในวารสาร BYTE ฉบับแรก แต่ระบบที่สร้างขึ้นนี้ไม่เคย ได้ออกสู่ตลาดจริงๆ เลย Bill Godbout กล่าว ว่า ในขณะนั้น ตลาดยังไม่พร้อมสำหรับ เครื่องขนาด 16 บิท ซึ่งก็คงจะเป็นจริง เพราะ ในตอนนั้นอัลแตร์เพิ่งจะออกมาได้แค่ 2-3 เดือนเท่านั้น ตลาดคอมพิวเตอร์ในช่วงนั้น ยังไม่ต้องแข่งขันกับใครเลย

ไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 16 บิท ตัว อื่นๆ ที่มีก็เช่น LSI-16 ของ General Automation ซึ่งพัฒนามาจากเครื่องมินิคอม-พิวเตอร์ SPC-16, LSI-11 ของ DEC ผลิต โดย Western Digital และรวมเอาชุดคำสั่ง ของ PDP-11 ไว้ด้วย, WD-11 ของ Western Digital เองซึ่งคล้ายกับ LSI-11, CP1600 ของ General Instrument และ TMS 9900 ของ Texas Instruments ซึ่งนำไปใช้กับ โฮมคอมพิวเตอร์ ทำให้เป็นเครื่องขนาด 16 บิท ที่มีตลาดกว้างขวางเป็นเครื่องแรก

หนังสือเกี่ยวกับ 6502 ที่ Mos Technology ทำนั้น แสดงให้เห็นถึงช่องว่างบาง อย่างที่ชิพขนาด 16 บิท จะเข้ามาเสริมได้ 6516 เป็นชิพขนาด 16 บิทที่พัฒนาจาก 6502 แต่ 6516 ก็ไม่เคยออกสู่ตลาดเลย ช่องว่าง นั้นไม่นานก็เงียบหายไป และไม่ได้รับความ สนใจ จนกระทั่งถึงเดือนธันวาคม ปี 1983 ที่ Western Design Center ออกรุ่น 16 บิท ของ 6502 ออกมา

ขณะนั้นอินเทลต้องการอะไรบางอย่าง ที่จะมาใช้แข่งขันกับ Z80 และก็คิดว่าการที่ แบบ 16 บิทก่อนๆ หน้านี้ ไม่ประสบความ สำเร็จ ก็เพราะแต่ละบริษัทต่างก็ออกไมโคร โปรเซสเซอร์ของตนออกมา โดยขาดพื้นฐาน ซอฟท์แวร์ที่จะสามารถพัฒนามาใช้สนับสนุน ได้

แต่อินเทลมีพื้นฐานซอฟท์แวร์ที่พัฒนา ใช้กับ 8080 อยู่แล้ว บริษัทจึงตัดสินใจที่จะ ทำโปรเซสเซอร์ขนาด 16 บิท โดยพัฒนาจาก 8080 อินเทลเริ่มงานพัฒนา 8086 ในปี 1976 โชคไม่ดีนักที่นักออกแบบไม่ได้ทำให้มันมี รหัสที่คอมแพตกับ 8080 โดยตรง แต่อย่าง น้อย 8080 และ 8086 ก็ยังมีรีจิสเตอร์ที่ เข้าคู่กันได้ ซึ่งทำให้โปรแกรมเมอร์สามารถ



หาจุดเริ่มที่คุ้นเคยในการแปลงรหัสของ 8080 ไปใช้กับ 8086 ได้ง่าย และนี่ก็เป็นเหตุสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้ 8086 ประสบความสำเร็จเมื่อเปิดตัวออกมาในปี 1978

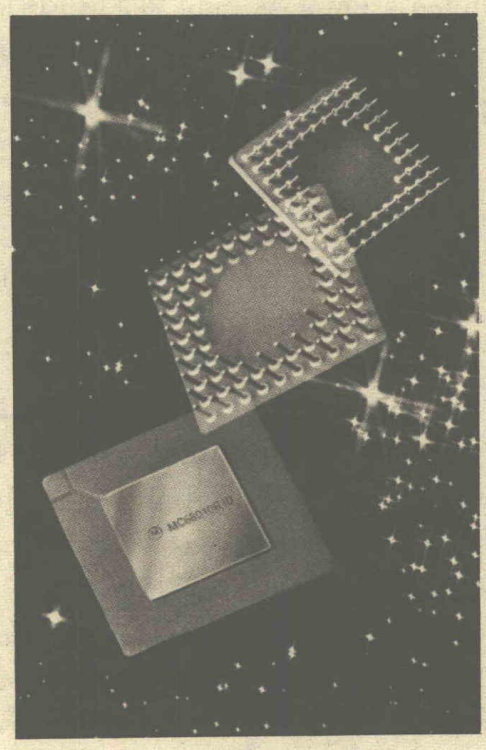
ในที่สุดใครบางคนในอินเทลก็ได้ความคิดว่า ทำไมถึงไม่ทำฮาร์ดแวร์ให้ง่ายต่อการดัดแปลงเช่นนี้เหมือนที่เคยทำกับซอฟท์แวร์ ซึ่งนี่เองทำให้ 8088 เข้ามามีบทบาท 8088 มีลักษณะภายในเหมือนกับ 8086 แต่ภายนอกใช้ดาต้าบัสขนาด 8 บิทแทน เมื่อต้องการจะ fetch ข้อมูลขนาด 16 บิท ก็จะทำการ fetch ข้อมูลเข้าไปสองครั้ง ทีละ 8 บิท โดยที่โปรแกรมเมอร์ไม่ต้องมาคอยสนใจกับข้อปลีกย่อยนี้ เพราะฮาร์ดแวร์ในตัวมันจะจัดการให้เองโดยอัตโนมัติ สัญญาณที่ออกมาภายนอกจึงมีลักษณะเช่นเดียวกับ 8085 ซึ่งเป็นที่คุ้นเคยกันอยู่แล้ว ทำให้เป็นการง่ายที่จะพัฒนาสิ่งสนับสนุนต่างๆ ที่มีอยู่แล้วกับเครื่อง 8 บิทไปใช้กับเครื่อง 16 บิทนี้

บางคนอาจจะคิดว่า การทำแบบนี้จะทำให้มันทำงานช้าลงกว่าครึ่งของที่ควรจะเป็น แต่อินเทลก็ฉลาดพอที่จะปิดจุดอ่อนนี้ 8086 เองถูกออกแบบให้ภายในประกอบด้วยโปรเซสเซอร์สองตัวต่างกัน แต่ว่าทำงานสัมพันธ์กัน ตัวหนึ่งคือ หน่วยที่ปฏิบัติงานประมวลผลข้อมูลและทำตามคำสั่งจริงๆ ส่วนอีกตัวหนึ่งเรียกว่า Bus-Interface Unit (BIU) ทำหน้าที่ติดต่อกับโลกภายนอก และทำงานเกี่ยวกับการอ้างอิงแอดเดรส การเก็บหรือเรียกใช้ข้อมูลจากระบบ ภายใน BIU ประกอบด้วยคิว (queus) ซึ่งในขณะที่หน่วยประมวลผลกำลังทำงานอยู่ BIU จะไปดำเนินการทางด้านบัส โดยนำเอาคำสั่งต่อไปเข้ามาเก็บไว้ในคิว BIU ของ 8086 สามารถนำคำสั่งเข้ามาเก็บในคิวตามลำดับ ล่วงหน้าได้ถึง 6 ไบท์ เพราะระบบคิวอันนี้ทำให้ 8088 สามารถทำงานได้ด้วยความเร็วที่ลดลงจาก 8086 เพียง 20% เท่านั้น 8086 และ 8088 นับเป็นพวกแรกที่ใช้ระบบคิวนี้

อินเทลยังได้เสนอแนวความคิดใหม่เพื่อใช้กับตระกูลของ 8086 อีกอย่างนั่นคือ การใช้ระบบ coprocessing ซึ่งเป็นการใช้โปรเซสเซอร์ตัวอื่นมาช่วยการทำงานของโปรเซสเซอร์หลัก ตัวอย่างที่เห็นได้คือ 8087 ซึ่งเป็น Math Coprocessor ที่ช่วยเพิ่มความสามารถในการทำงานกับตัวเลข floating-point ให้แก่ 8086 และ 8088 8087 จะช่วยทำงานเฉพาะทางด้านคณิตศาสตร์ทำให้ระบบสามารถทำงานได้เร็วขึ้นอีกมาก

MC 68000

ในปี 1977 โมโตโรล่าพยายามจะพัฒนาโปรเซสเซอร์ตัวใหม่ สำหรับตลาด 16 บิท โดยที่มีการทำงานภายในตัวเป็น 32 บิท และลดคำสั่งพิเศษบางอย่างลง พร้อมทั้งให้สามารถทำงานได้ทุกคำสั่งบนรีจิสเตอร์ทุกตัว ในทุกรูปแบบของข้อมูล และในทุกแอดเดรสซิ่งโหมด ซึ่งวิธีการนี้เรียกว่า orthogonality วิธีนี้นักโปรแกรมชอบ เพราะหมายถึงว่าเขาไม่จำเป็นต้องจดจำข้อห้าม ข้อจำกัดต่างๆ ในชุดคำสั่ง ความพยายามของโมโตโรล่าประสบผลสำเร็จในปี 1979 กับ MC 68000 ออกสู่ตลาด



หนึ่งในตระกูล 68000 ของมอโตโรล่า

MC 68000 เปรียบเทียบกับ 8088 แล้ว ทำซอฟท์แวร์สนับสนุนได้ลำบากกว่า แต่ UNIX กำลังเริ่มได้รับความสนใจ และ 68000 เอง ก็ถูกมองว่าสามารถทำงานกับ UNIX ได้ดี ปรากฏว่ามีเครื่องที่ทำงานภายใต้ UNIX และ 68000 ออกมาเหมือนกัน แต่ยังไม่ประสบความสำเร็จ

โมโตโรล่ายังได้ออกรุ่น 68008 เป็น 68000 ที่มีบัสขนาด 8 บิทในแนวคิดเดียวกับ 8088 ด้วย แต่ว่า 68000 ไม่ได้ระบบคิว ซึ่งมีผลให้ 68008 ทำงานช้ากว่า 68000 กว่าครึ่ง ทำให้ดูเหมือนว่า 8088 ทำงานได้ดีกว่า

ถ้าพิจารณาโครงสร้างภายในของ 68000 จะเป็น microcoded chip ซึ่งหมายความว่าฟังก์ชันการทำงานภายในเป็นแบบอเนกประสงค์(general purpose) โดยมี ROM เป็นตัวเก็บ microcode หรือโปรแกรมขนาดเล็ก) เป็นตัวควบคุมสิ่งที่ชิพจะทำตามคำสั่งต่างๆ ของตัวโปรเซสเซอร์ ถ้าหากว่า คำสั่งไม่ได้ทำในสิ่งที่เราต้องการ เราก็สามารถกำหนดลงไปใน ROM เองได้ ที่จริงแล้วถ้าเราต้องการจะเปลี่ยนชุดคำสั่งใหม่หมดก็สามารถทำได้ ถึงแม้จะมีข้อจำกัดอยู่บ้างก็ตาม (โปรเซสเซอร์เพิ่มเติมของเครื่อง XT/AT ของ IBM ที่จริงแล้วก็คือ 68000 ที่สั่ง microcode ใหม่นั่นเอง)

เท่าที่ผ่านมา โปรเซสเซอร์ตัวอื่นๆ เป็นการออกแบบแทนวงจร random-logic โดยการสร้างวงจรเล็กๆ สำหรับทำฟังก์ชันพิเศษต่างๆ ไว้ในตัวประมวลผลกลาง ไมโครโปรเซสเซอร์ทั้งสองแบบ (random-logic และ microcode) ต่างข้อได้เปรียบต่างๆ กัน โดยที่แบบ microcode ให้ความยืดหยุ่นมากกว่า แต่สูญเสียความเร็วไปบ้าง ในขณะที่แบบ random-logic ความเร็วที่ดีกว่า แต่ก็สูญเสียความยืด

ว้างเช่นกัน ยิ่งกว่านั้นการจัดการกับข้อ
ผลาดของแบบ random-logic ก็ยุ่งยาก
โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เวลาที่คนออกแบบ
นั้นออกจากบริษัทไปแล้ว

ตัวอย่างที่เห็นได้ ก็คือไซล็อก Masato-Shima เริ่มงาน Z8000 โปรเซสเซอร์ด 16 บิทแบบ random-logic ซึ่งเป็นที่ทำงานได้ดีสำหรับ 8080 และ Z80 สำหรับ Z8000 มันกลายเป็นเรื่องโชคร้าย หลังจากที่เริ่มทำ Z8000 ตัวแรกออกมา มของเขายังไม่ได้แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ มดไป Shima ก็ออกจากไซล็อกกลับไป บอินเทลอีก ไซล็อกไม่เคยแก้ไขข้อ พร่องต่างๆ ของ Z8000 ให้หมดไปได้เลย ที่ผ่านมาไซล็อกยึดมาตรฐานที่จะทำให้ ใช้โปรแกรมของ 8080 ได้ แต่สำหรับ 00 กลับไม่ได้ยึดหลักอันนี้ ทำให้มัน ต่างไปจาก Z80 มาก ไซล็อกพยายาม ทำชิพนี้ ให้อยู่ในระดับมินิคอมพิวเตอร์ รากฏว่ามันทำงานได้ไม่ดีนัก Z8000 คำสั่งที่ต่างไปจาก Z80 มี bug อยู่หลาย และยังสูญเสียความสามารถของคำสั่ง ๆ เนื่องจากลักษณะ random-logic ของ สิ่งเหล่านี้มีบทบาทที่ทำให้ Z8000 ยังไม่ สบความสำเร็จ

ในปี 1981 NS ได้เริ่มความพยายามเป็นครั้งที่สองกับตลาด 16 บิท ด้วย 16032 ซึ่งเป็นไมโครโปรเซสเซอร์ที่มีบัสภายในเป็น 32 บิท และบัสภายนอกเป็น 16 บิท ตั้งแต่โมโตโรล่าเองคิดจะทำ math coprocessor แต่ก็ยังไม่สำเร็จ 8087 ของอินเทลซึ่งทำงานที่ความถี่ 5 MHz จึงยังไม่มีคู่แข่ง จนกระทั่ง NS ได้ออก math coprocessor ซึ่งสามารถทำงานได้เร็วกว่า 8087 กว่าสองเท่า ออกมาด้วย

แต่โชคไม่ดีนักที่ NS เป็นบริษัทแรกที่ทำชิพเพอริเฟอรัลที่มีฟังก์ชั่นการทำงานสมบูรณ์ออกมา ก่อนที่ตัวโปรเซสเซอร์เองจะสามารถใช้งานได้ ทุกวันนี้ 16032 ยังคงมีข้อผิดพลาดอยู่ แต่โปรแกรมเมอร์ส่วนมากยังชอบชุดคำสั่งของมัน ซึ่งคล้ายๆ กับของ VAX (ตระกูลซูเปอร์มินิคอมพิวเตอร์ของ DEC) เพราะว่า VAX ประสบความสำเร็จกับระบบ UNIX 16032 จึงถูกหวังว่าอาจจะใช้ได้ดีกับ UNIX ด้วย 16032 จึงยังดูมีค่าและความหวังหลงเหลืออยู่

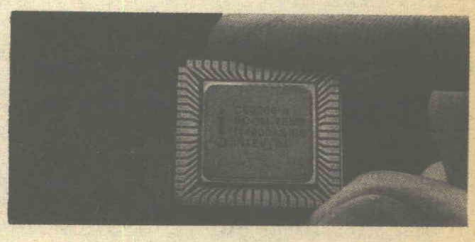
พอถึงปี 1982 อินเทลก็ช่วยยกระดับให้กับวงการนี้ขึ้นอีกขั้น ด้วย iAPX 286 ซึ่งพัฒนามาจาก 8086 โดยเพิ่มส่วน virtual memory management และได้รับการออกแบบให้สนับสนุนระบบมัลติทาสกิ้งและมัลติ-ยูสเซอร์ ทั้งยังใช้โปรแกรมของ 8086 ได้โดยตรง ด้วยความเร็วที่สูงกว่าอีกด้วย ระบบบริหารหน่วยความจำ ซึ่งมีอยู่ภายในตัวโปรเซสเซอร์เอง ยังไม่เคยมีในไมโครโปร-เซสเซอร์อื่นๆ มาก่อน ข้อได้เปรียบที่สำคัญของระบบเมมโมรี่แมนเนจเมนต์ภายในตัวนี้ก็คือ ตัวโปรเซสเซอร์จะทำงานได้เร็วกว่าแบบที่ต้องการระบบเมมโมรี่แมนเนจเมนต์ภายนอกมาก เครื่องไอบีเอ็ม PC/AT เองก็ใช้ 80286 ซึ่งพอจะเป็นหลักประกันได้ว่าโปรเซสเซอร์ตัวนี้ จะยังคงประสบความสำเร็จไปอีกหลายปีทีเดียว

ชิพขนาด 32 บิท

ถึงจะประสบปัญหากับ 16032 NS ก็ยังเป็นบริษัทแรกที่ออกไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 32 บิทแท้ 32032 พัฒนาจาก 16032 โดยมีรหัสที่คอมแพตกับ 32016 ยังยากอยู่ที่จะบอกว่า 32032 จะมีความเป็นไปเช่นไร บางทีการที่ UNIX ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง อาจจะเป็นเหตุสำคัญในการประสบความสำเร็จของโปรเซสเซอร์ตระกูล 32000 ก็เป็นได้ ถ้ามันสามารถทำงานกับ UNIX ได้ดีจริงอย่างที่หวังไว้

โมโตโรล่าเองก็มีการพัฒนา 68000 เป็น 68020 ซึ่งเป็นไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 32 บิทแท้ และดูท่าว่าจะไปได้ดีเหมือนกัน คงยังจำได้ ที่ 8088 ประสบความสำเร็จเพราะบัสภายนอกขนาด 8 บิทซึ่งทำให้ได้รับการพัฒนาสนับสนุนจากสิ่งที่มีอยู่ก่อนแล้ว ในระบบ 8 บิทมาเป็น 16 บิท ได้โดยง่าย แต่ 68020 มีลักษณะพิเศษที่ทำให้เราสามารถเลือกใช้ขนาดบัสได้ตามต้องการทั้ง 8, 16 หรือ 32 บิท และยังสามารถใช้โปรแกรม

80286 ของอินเทล



ชิพ 80286 ใน COMPAQ 286

ของ 68000 ได้ด้วยความเร็วสูงกว่าด้วย สิ่งหนึ่งที่ทำให้มันทำงานได้อย่างรวดเร็ว ก็คือ cache ซึ่งมีลักษณะที่พัฒนามาจากระบบคิวที่ใช้ใน 8086, 8088 และ 80286

cache ของ 68020 มีขนาด 256 ไบท์ และทำงานต่างจากระบบคิวอยู่บ้าง โดยที่ถ้ามีการกระโดด(jump)เกิดขึ้นในระบบคิว ข้อมูลในคิวจะถูกลบ แล้วเริ่มเก็บข้อมูลเข้าคิวใหม่ แต่สำหรับ cache จะคล้ายกับหน่วยความจำมากกว่า ดังนั้นการกระโดดที่เกิดใน cache จะไม่ส่งผลให้ cache ถูกลบ แล้วเก็บข้อมูลใหม่อีก ถ้าการกระโดดมีระยะสั้นพอ ก็สามารถจะทำงานได้โดยตรงจาก cache ข้อได้เปรียบก็คือ ตัวโปรเซสเซอร์จะสามารถทำงานกับ cache ได้เร็วกว่าทำงานกับหน่วยความจำภายนอกโดยตรง ดังนั้นโปรแกรมจะทำงานได้เร็วกว่าเดิม ถ้าใช้การทำงานของ cache เป็นส่วนใหญ่ เช่นเดียวกับ 32032 ยังเร็วเกินไปที่จะบอกได้ว่าอนาคตของ 68020 จะประสบความสำเร็จไปในรูปใด

นอกจากนี้ NS ยังได้ทำโครงงานของ 32132 (ซึ่งยังไม่สำเร็จสมบูรณ์) อีกด้วย 32132 จะมีระบบ cache หลายชุด และมีอะไรใหม่บางอย่างที่ทางบริษัทเรียกว่า look-aside buffer

ไซล็อกได้ประกาศตัว Z800 ซึ่งเป็นชิพขนาด 16 บิท พัฒนาจาก Z80 โดยมีรหัสที่คอมแพตกัน แต่ก็ยังคงอยู่ในระหว่างพัฒนา อีกทางหนึ่งไซล็อกก็พยายามจะพัฒนาให้ Z80 ทำงานเร็วขึ้นที่ความถี่ 10 MHz นอกจากนี้ไซล็อกก็ประกาศที่จะพัฒนาสร้าง Z80000 ซึ่งเป็นระบบ 32 บิทที่พัฒนาจาก Z8000 ซึ่งผู้เขียนเองคิดว่าคงจะไม่ประสบผลสำเร็จนักเพราะ Z80000 จะมีลักษณะคล้ายและมีรหัสที่คอมแพตกับ Z8000 ซึ่งความจริงก็เป็นแนวความคิดที่ดี แต่ไปใช้กับโปรเซสเซอร์ผิดตัว (เพราะ Z8000 เอง ก็ยังไม่สมบูรณ์และประสบปัญหาอยู่)

ทางด้านอินเทลก็เตรียมวางแผนสำหรับ 80386 ซึ่งเป็นรุ่น 32 บิทของ 80286 แต่จนทุกวันนี้ ก็ยังไม่มีข้อมูลอะไรเกี่ยวกับตัวมันนัก อินเทลตั้งใจจะทำให้มันคอมแพตกับ 80286 ซึ่งนั่นหมายความว่า บางทีไอบีเอ็มอาจจะนำไปใช้ก็ได้

เร็วขึ้นหรือพิเศษขึ้น

จนเดี๋ยวนี้ ยังคงมีสิ่งหนึ่งที่ยังหาข้อยุติกันไม่ได้ว่า ชุดคำสั่งของไมโครโปรเซสเซอร์ควรจะพัฒนาให้มีลักษณะซับซ้อนและเป็นระดับสูงมากขึ้น หรือว่าให้มีลักษณะพื้นฐานขึ้นและมีความเร็วเพิ่มขึ้นดี บางทีชุดคำสั่งระดับสูงคงจะไม่ประสบความสำเร็จนัก ตัวอย่างของความพยายามทางด้านนี้ ก็อาจจะเช่น Pascal Microengine ของ Western Digital ซึ่งทำหน้าที่ประเมินผลจาก P-code (Pascal pseudocode) ที่ได้จากปาสคาลคอม-พายเลอร์มาตรฐานทั่วๆ ไปโดยตรง แต่ปรากฏว่าปาสคาลคอมพายเลอร์ที่ให้รหัสสำหรับ 8080 ประสบความสำเร็จกว่า

อีกอย่างหนึ่งที่ใช้แนวความคิดแบบเดียวกัน คือตัวโปรเซสเซอร์สำหรับ FORTH ของ Novix ซึ่งพัฒนาขึ้นภายใต้การควบคุมของ Charles Moore ผู้คิดค้นภาษา FORTH แต่แทนที่จะใช้รหัสของคอมพายเลอร์มาตร-ฐานโดยตรง กลับใช้รหัสของภาษา FORTH โดยตรงเลยทีเดียว นั่นคือชุดคำสั่งของมันเป็นภาษา FORTH นั่นเอง ซึ่งจะทำให้ทำงานได้เร็วมาก

NCR 32 คือ FORTH engine chip ของ National Cash Register โดยประกอบด้วยชิพระบบ microcode ขนาด 32 บิทสองตัว กับชิพที่เป็นตัวเก็บ microcode อีกหนึ่งตัว และที่จริงแล้ว เราสามารถทำชุดคำสั่งของเราเองเพื่อใช้พัฒนา FORTH engine นี้ตามที่ต้องการก็ได้ เทคนิคแบบนี้ช่วยเปิดทางให้อย่างกว้างขวาง เราสามารถจะทำระบบต่างๆ กันได้ โดยเพียงแต่ download ชุดคำสั่งต่างๆ กันลงไปเท่านั้น ข้อจำกัดที่สำคัญก็คงจะเป็นความยากของเทคนิคนี้นั่นเอง

อินเทลเองก็มี iAPX 432 เป็นไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 32 บิทออกแบบให้มีชุดคำสั่งแบบระดับสูงมาก เพื่อให้สนับสนุนกับภาษา Ada ของกระทรวงกลาโหมของสหรัฐฯ

ส่วนอีกกลุ่มมีความเชื่อและสนใจในรูแบบที่มีชุดคำสั่งพื้นฐานเล็กๆ แต่มีความเร็สูง ซึ่งสามารถนำไปใช้สร้างคำสั่งที่ใหญ่และซับซ้อนขึ้นได้ ซึ่งพวกนี้ก็คือกลุ่ม RISC (Reduced Instruction Set Computer) RISC machine ที่ถูกสร้างขึ้นที่มหาวิทยาลัย Berkeley มีความเร็วในการทำงานสูงกว่าชิพที่มีโครงสร้างแบบ 32 บิทด้วยซ้ำ ฮิวเลแพ็คการ์ด เองก็ยังมีข่าวว่าจะทำ RISC machine ออกมาบ้าง

ล่าสุดก็ยังมี Unique device ของ INMOS ซึ่งมีชื่อเรียกว่า transputer อีกแบบสำหรับการประมวลผลแบบขนาน ถึงแม้ว่ายังคงจะต้องใช้เวลาอีกนานสำหรับการพัฒนาซอฟท์แวร์ และปรับปรุงให้ transputer ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ผลที่อาจได้รับก็น่าสนใจทีเดียว

อย่างไรก็ตาม 4004 ก็ยังคงมีใช้งานอยู่ เช่น ใช้ในการควบคุมไฟจราจร และมันเป็นตัวเปิดทางสำหรับสิ่งใหม่ๆ ที่มีตามมาทุกวันนี้ มิใช่หรือ?

ถอดความจาก : บทความเรื่อง Evolution of T Microprocessor โดย Mark Gar ตีพิมพ์ในวารสาร BYTE ฉ ประจำเดือน กันยายน ปี 19 หน้า 209–215

ผู้เขียน : Mark Garetz (Viasyn Corpo tion, 26538 Danti Court, Haywa CA 94545) เป็นผู้อำนวยการ Advanced Projects ที่ Viasyn ได้ศึกษาเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ งานอดิเรก ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1974 เป็นผู้ออกแบบคอมพิวเตอร์ 80 8088 ของบริษัท CompuPro ยังเป็นประธานของการประ IEEE 696 อีกด้วย